

Selbstsynchronisierendes Signal-Averaging-Korrekturverfahren

Patent number: DE4228900
Publication date: 1994-03-10
Inventor: REICHEL GUNTER (DE)
Applicant: LAUSITZER BRAUNKOHL AG (DE)
Classification:
- **International:** H03H21/00
- **European:** G01D1/02
Application number: DE19924228900 19920829
Priority number(s): DE19924228900 19920829

Also published as:

WO9406207 (A3)

WO9406207 (A2)

[Report a data error here](#)**Abstract of DE4228900**

The invention is used to filter signals out of an interference/useful signal mixture using the signal averaging method. The intention is to solve the technical problem of permitting the use of the signal averaging method even where it has so far been impossible to obtain the synchronisation signal or the period of the regularly occurring interference signal from the signal mixture. The process of the invention can also, of course, be applied if the synchronisation pulse could be found by technical measures. According to the invention, several signal averaging corrections are made in parallel in time with other freely selected intervals. After the repeated linear superimposition of the corrections, the correction signals are standardised and stored, these values or those derived from them are summed over all bases of a correction interval and stored and the period of the repeatedly occurring signal is found therefrom. The process can also be used even with changes in the frequency of the composite signal through a double signal averaging correction device set-up.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 42 28 900 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:
H 03 H 21/00

②1 Aktenzeichen: P 42 28 900.9
②2 Anmeldetag: 29. 8. 92
④3 Offenlegungstag: 10. 3. 94

DE 42 28 900 A 1

⑦1 Anmelder:

Lausitzer Braunkohle Aktiengesellschaft (LAUBAG),
01968 Senftenberg, DE

⑦2 Erfinder:

Reichel, Gunter, O-7700 Hoyerswerda, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Selbstsynchronisierendes Signal-Averaging-Korrekturverfahren

⑤7 Die Erfindung dient der Ausfilterung von Signalen aus einem Stör-Nutzsignalgemisch unter Verwendung der Signal-Averaging-Technik. Dabei sollte das technische Problem gelöst werden, den Einsatz der Signal-Averaging-Technik auch dann zu ermöglichen, wenn die Gewinnung des Synchronsignals oder der Periodendauer des regelmäßig auftretenden Störsignals aus dem Signalgemisch bisher nicht möglich war. Selbstverständlich ist der Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens auch dann möglich, wenn der Synchronimpuls durch technische Maßnahmen ermittelt werden konnte. Erfindungsgemäß werden dazu mehrere Signal-Averaging-Korrekturen mit einer anderen, frei gewählten Intervalllänge zeitlich parallel durchgeführt. Nach wiederholter linearer Überlagerung der Korrekturen werden die Korrektursignale normiert und abgespeichert, diese oder aus ihnen abgeleitete Werte über alle Stützstellen eines Korrekturintervalls summiert und gespeichert und aus diesen die Periodendauer des wiederholt auftretenden Signals ermittelt.
Durch eine Doppelanordnung der Signal-Averaging-Korrekturvorrichtungen ist das Verfahren auch bei Frequenzänderungen des Signalgemisches anwendbar.

DE 42 28 900 A 1

Das erfindungsgemäße Verfahren dient der Ausfilterung von Signalen aus einem Stör-Nutzsignalgemisch unter Verwendung der Signal-Averaging-Technik. Das technische Einsatzgebiet ist überall dort gegeben, wo das allgemein bekannte Averagingverfahren in der Meßtechnik zur automatischen Auswertung störungsüberlagerter Meßwerte Anwendung findet.

Allgemein bekannt ist die Verwendung der Signal-Averaging-Technik, auch Signal-Mittelungs-Technik genannt, zur Verbesserung des Stör-Nutzsignalverhältnisses periodisch auftretender Nutzsignale, die aber auch steuerbar und damit kohärent repetierbar sein müssen, wobei sowohl das Stör- als auch das Nutzsignal nicht miteinander korrelieren dürfen. Bei Anwendung des Verfahrens erfolgt durch wiederholte Zeitsynchrone lineare Überlagerung des Stör-Nutzsignalgemisches eine Addition der Amplituden des Stör- sowie des Nutzsignals entsprechend der Anzahl der Überlagerungen. Da sich die Amplituden des nichtperiodischen Signalanteils auf Grund der Abhängigkeit von der statistischen Gesetzmäßigkeit geringer erhöhen als die Amplituden des periodischen Signalanteils, tritt eine Verbesserung des Stör-Nutzsignalverhältnisses ein.

Das Prinzip dieser Signal-Averaging-Technik ist ausführlich in der Zeitschrift "radio, fernsehen, elektronik" 24 (1975) Heft 15, S. 485 ff. aus dem Verlag Technik, Berlin, dargestellt.

Dieses Verfahren wurde durch Wichtung einzelner Meßperioden nach bestimmten Kriterien, wie Mittel- oder Spitzenwert einer Meßperiode, weiterentwickelt und in der DE-PS 31 29 308 beschrieben.

Durch die DD-PS 65 368 dagegen ist ein Synchronisierverfahren für die Signal-Averaging-Technik bekannt geworden, welches charakteristische Flanken des periodisch auftretenden Störsignales zur Synchronisation der Signalüberlagerungen nutzt.

Das in der DD-PS 2 33 188 vorgeschlagene Meßverfahren, anwendbar zur Beseitigung von periodisch auftretenden Störungen eines Meßsignals, entstanden durch Einfluß eines Förderbandes beim Durchlauf einer Meßstelle, ist sehr aufwendig und zu kompliziert für den Einsatz in der Praxis. Voraussetzung für den Einsatz des Verfahrens ist außerdem, daß auf dem Förderband ein Bezugspunkt fixiert werden muß, um das Synchronsignal zu erhalten. Dazu wurde vorgeschlagen, ein Stahlgewebe in das Förderband zu vulkanisieren. Für alle diese Verfahren müssen bei Einsatz der Signal-Averaging-Technik zusätzlich noch bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Dazu gehören u. a., daß keine Korrelation zwischen Stör- und Nutzsignal bestehen darf, die Stör- und Nutzsignale periodisch auftreten müssen und daß die Periode des wiederholt auftretenden Signalanteils meß- oder einflußbar sein muß, um die aufeinanderfolgenden Überlagerungen zu synchronisieren. Gesagt werden muß, daß von diesen Einsatzvoraussetzungen nur die Ermittlung des Synchronzeitpunktes technischer Natur ist. Wird der periodische Signalanteil vom Meßsystem selbst erzeugt, um z. B. die Reaktion des Meßobjektes darauf zu testen, dann stellt die Synchronisation kein Problem dar, da damit der Synchronzeitpunkt der Meßeinrichtung bekannt ist. Technischer Aufwand dagegen ist nötig, wenn der periodische Signalanteil entweder im Meßobjekt selbst erzeugt oder in diesem vorhanden ist, wobei dies beispielsweise durch Schwingung, Rotation oder Einfluß elektrischer Wechselfelder geschehen kann, so daß durch die Messung der

Frequenz oder der Periode des periodischen Signalanteils mittels zusätzlicher Meßeinrichtung der Synchronimpuls gebildet werden muß.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt das Problem zugrunde, den Einsatz der Signal-Averaging-Technik auch dann zu ermöglichen, wenn sich das Synchronsignal oder die Periodendauer des regelmäßig wiederkehrenden Signalanteils aus dem Stör-Nutzsignalgemisch mit herkömmlichen meßtechnischen Mitteln und Methoden nicht gewinnen läßt.

Erfindungsgemäß werden mehrere Signal-Averaging-Korrekturen zeitlich parallel durchgeführt, wobei jede dieser Korrekturen mit einer anderen, frei gewählten Periodendauer abläuft. Günstigerweise sollte diese Periodendauer in der Größenordnung der erwarteten Periodendauer des periodischen Signalanteils liegen, wobei jedoch eine Übereinstimmung der gewählten Korrekturintervalllänge mit der tatsächlichen Periodendauer des regelmäßig wiederkehrenden Signalanteils nur zufällig möglich wäre. Da die Intervalllänge jeder dieser Korrekturen vorerst konstant bleibt, erfolgt auch die wiederholte lineare Überlagerung in jeder Korrektur nicht zeitsynchron. Nach mehreren Überlagerungen werden die gespeicherten, normierten Korrektursignale der letzten Überlagerungsperiode jeder Korrektur summiert und gespeichert, wobei diese Summen um so größer sind, je besser die gewählte Korrekturintervalllänge der jeweiligen Korrektur mit der Istperiodendauer des regelmäßig wiederkehrenden Signalanteils im Stör-Nutzsignalgemisch übereinstimmt. Durch das wiederholte Überlagern des Stör-Nutzsignalgemisches werden dessen Amplituden ebenfalls addiert, wobei, bedingt durch die nicht synchrone Überlagerung, das Ergebnis dieser Amplitudenaddition kleiner ist als bei der zeitsynchronen Überlagerung. Je größer dabei die Unsynchronität ist, desto kleiner sind auch die sich durch die Amplitudenaddition ergebenden Werte. Ebenso kann man sagen, daß, wenn die durch die zeitunsynchron durchgeführten Signal-Averaging-Korrekturen ermittelten Amplitudenwerte des periodischen Signalanteils über eine Periode und alle Stützstellen vorzeichenlos summiert und die so erhaltenen Summen miteinander verglichen werden, sich zeigt, daß die von der Signal-Averaging-Korrektur abgeleitete Summe dann den größten Wert besitzt, wenn deren Korrekturperiodendauer die geringste Differenz zur Periodendauer des regelmäßig auftretenden Signalanteils aufweist. Ein Vergleich der Korrektursignalsummen untereinander oder daraus abgeleiteter Werte lassen jederzeit qualitative Rückschlüsse auf die Größe der Istperiodendauer des in Intervallen regelmäßig im Stör-Nutzsignalgemisch auftretenden Signals zu.

Die Abhängigkeit der Korrektursignalsummen der einzelnen Korrekturen zu den zugehörigen Korrekturintervalllängen läßt sich durch eine Gleichung der parabolischen Normalform beschreiben, wobei die unbekannte Istperiodendauer des periodischen Signals einen Teil des Wertepaares bildet, welches den Scheitelpunkt der Parabel festlegt. Die Feststellung der Parabelkoeffizienten und der daraus ableitbaren Istperiodendauer vereinfacht sich durch die Verwendung der Differenzen der Korrektursignalsummen sowie der Periodendauern zueinander. Mit der nunmehr bekannten Periodendauer des regelmäßig auftretenden Signalanteils wird erneut eine Korrektur gestartet und die von dieser Korrektur korrigierten Signale dem Ausgang der Anordnung zugeführt. Weitere Korrekturen, mit von der Istperiodendauer des regelmäßig auftretenden Signals unterschied-

lichen Korrekturintervallängen, dienen dem Nachführen der Istperiodendauer bei Schwankungen derselben.

Werden normierte Korrektursignale zur Summierung verwendet, so wird gleichzeitig der Einfluß von Pegeländerungen des Stör-Nutzsignalgemisches auf die Korrektursignalsumme gemindert.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß das erfindungsgemäße Verfahren an keinen konkreten Einsatzfall gebunden ist. Es kann überall dort eingesetzt werden, wo auch die Anwendungsfälle des allgemein bekannten Signal-Averaging-Verfahrens sind, und es erfordert keinen zusätzlichen technischen Aufwand.

Durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, die Periodendauer des stetig auftretenden Anteils in einem Signalgemisch ohne Vorgabe eines konkreten Einsatzpunktes genau zu ermitteln. So ist z. B. auch die Anwendung als Meßverfahren möglich.

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel gemäß der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1: die Vorrichtung zur Durchführung des selbstsynchronisierenden Signal-Averaging-Verfahrens,

Fig. 2: eine Tabelle mit für die Erklärung des Verfahrens notwendigen numerischen Werten,

Fig. 3: die in einem Koordinatensystem dargestellten Abhängigkeiten der normierten Korrektursignalsummen von den zur Korrektur benutzten Korrekturintervallängen,

Fig. 4: ein Diagramm, das den Grundgedanken des selbstsynchronisierenden Signal-Averaging-Verfahrens erkennen läßt und

Fig. 5: eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens, welche eine Nutzung des Verfahrens bei Schwankungen der Periodendauer des regelmäßig auftretenden Signalanteils zuläßt.

Vom Eingang E wird den vier Signal-Averaging-Korrekturereinrichtungen SAK 1—4, die Hauptbestandteil der in Fig. 1 dargestellten Anordnung sind, das einen periodischen Signalteil enthaltende Stör-Nutzsignalgemisch zugeführt. Jede dieser vier Signal-Averaging-Korrekturereinrichtungen wird zwecks Weiterschaltung ihrer internen Stützstellenspeicher von einem steuerbaren Impulsgeber SIG 1—4 getaktet, wobei das Steuerwerk SW der Taktzeitvorgabe dient. Gleichzeitig sind die Signal-Averaging-Korrekturereinrichtungen SAK 1—3 je ein Summierer SUM 1—3 nachgeschaltet, deren Aufgabe es ist, die in den Signal-Averaging-Korrekturereinrichtungen SAK 1—3 gebildeten normierten Korrekturwerte jeder Korrekturperiode zu summieren. Diese Summen werden einer Einrichtung zur Ermittlung der Istperiodendauer des im Signalgemisch enthaltenen periodischen Signalanteils PDE (Periodendauerermittlung) zugeleitet. Aus der so ermittelten und von der PDE bereitgestellten Istperiodendauer des sich wiederholenden Signalanteils werden vom Steuerwerk SW die Taktzeiten der steuerbaren Impulsgeber SIG 1—4 ermittelt. Parallel dazu schaltet ein vom Steuerwerk SW umschaltbarer Multiplexer MUX nach dem Synchronisieren der Korrektur das von der Signal-Averaging-Korrekturereinrichtung SAK 4 korrigierte Signal auf den Ausgang A. Das Steuerwerk SW initialisiert außerdem beim Korrekturstart die Signal-Averaging-Korrekturereinrichtungen SAK 1—4 und übernimmt gleichzeitig die zeitliche Steuerung sowohl der Korrekturwertsummierung als auch der Periodendauerermittlung. Dem Eingang der beschriebenen Anordnung wird ein in Fig. 4 dargestelltes beliebiges Meßsignal E, welches ein peri-

odisches Störsignal E_s enthält, zugeführt. Die Taktzeit der Korrekturereinrichtung SAK 1 multipliziert mit der Stützstellenanzahl sei T_{1st} , die Taktzeit der Korrekturereinrichtung SAK 2 multipliziert mit der Stützstellenanzahl sei T_1 und die Taktzeit der Korrekturereinrichtung SAK 3 wiederum multipliziert mit der Stützstellenanzahl sei T_2 , wobei T_{1st} zum besseren Verständnis der Periodendauer des Störsignals entsprechen soll. Das Diagrammteil SUM über t, ebenfalls dargestellt in Fig. 4, zeigt die den Summierern SUM 1—3 von den Korrekturereinrichtungen SAK 1—3 zugeführten normierten Korrektursignale KS_{1st} , KS_1 und KS_2 über alle Stützstellen sowie über drei Korrekturperioden. Ein Vergleich der von den Kurven KS_{1st} , KS_1 und KS_2 sowie der Zeitachse umschlossenen Mittelwerte der Flächen in den einzelnen Korrekturperioden zeigt, daß die Flächeninhalte der von der Kurve KS_{1st} in den einzelnen Korrekturperioden erzeugten Flächen konstant bleiben, während die Flächeninhalte der von den Kurven KS_1 und KS_2 erzeugten Flächen sich von Korrekturperiode zu Korrekturperiode verkleinern. Diese Verkleinerung ist um so größer, je weiter sich die aus der Multiplikation von Taktzeit mit der Stützstellenanzahl ergebende Zeit von der Istperiodendauer des Störsignals entfernt. Gesagt werden muß, daß die Darstellung der normierten Korrektursignale stark idealisiert ist, da zum einen die Korrektur während der ersten Korrekturperiode noch nicht möglich ist und zum anderen die normierten Korrektursignale am Anfang der Messung noch stark von den Einflüssen des Meßsignals überlagert sind.

Zur einfacheren Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens sei weiterhin angenommen, daß die Frequenz des periodischen Signalanteils konstant und deren Größe in etwa bekannt ist. In Fig. 2, Zeile 1, sind die vom Steuerwerk SW bereitgestellten Korrekturperiodendauern T_1 bis T_3 für die Impulsgeber SIG 1—4 enthalten. Die Taktlängen der Impulsgeber SIG 1—4 ermitteln sich aus den vorgegebenen Korrekturintervallen, die durch die Anzahl der Stützstellen der ihnen zugeordneten Signal-Averaging-Korrekturereinrichtungen SAK 1—4 dividiert werden.

Zum Startzeitpunkt werden die Impulsgeber SIG 1—4 und die Signal-Averaging-Korrekturereinrichtungen SAK 1—4 vom Steuerwerk SW initialisiert. Über mehrere Perioden arbeitet die Anordnung mit den in der Nähe der tatsächlichen Periodendauer gewählten Korrekturintervallängen (Fig. 2, Zeile 1—3). Nach Ablauf jeder Korrekturperiode ermitteln die Summierer SUM 1—3 aus den von den Signal-Averaging-Korrekturereinrichtungen SAK 1—3 gebildeten normierten Korrektursignalen jeder Stützstelle deren Summe Sum 1—3 über alle Stützstellen, in Fig. 2, Zeile 3, für die dritte Periode nach dem Start der Korrektur dargestellt.

Fig. 3 stellt diese Summierergebnisse in Abhängigkeit von der Periodendauer der ihnen zugeordneten Korrektur grafisch dar. Die aus diesen Werten gebildete Kurve in Form einer Parabel beschreibt damit auch die Summierergebnisse von Korrekturen mit anderen Korrekturintervallängen und deren Abhängigkeit. Die durch den Scheitelpunkt der Parabel bezeichnete Korrekturintervallänge entspricht dabei der Periodendauer des regelmäßig wiederkehrenden Signalanteils, die von der Periodendauerermittlung PDE dem Steuerwerk SW zur Verfügung gestellt wird. Bei Verwendung der Korrektursignale zur Scheitelpunktermittlung ist der Parabelscheitelpunkt ein Minimum, bei Verwendung der Absolutwerte des periodischen Signals dagegen ist der Parabelscheitelpunkt ein Maximum. Dazu werden von der

Periodendauerermittlung PDE in einem ersten Schritt die Koeffizienten der Parabelgleichung festgestellt. Aus den Korrekturintervalllängen T_1 —3 und den normierten Korrektursignalsummen SUM_1 —3, jeweils erhalten nach der dritten Korrekturperiode (Fig. 2, Zeile 3), ergibt sich folgende Parabelgleichung:

$$SUM = 0,0026572 \times T^2 - 0,5319318 \times T + 126,557331$$

Aus den Koeffizienten läßt sich bekannterweise die Periodendauer errechnen, welche den Scheitelpunkt der Parabel beschreibt. Die auf diese Weise ermittelte Istperiodendauer T_{kor} wird vom Steuerwerk SW den Impulsgebern SIG 1 und SIG 4 als neue Korrekturintervalllänge übermittelt. Die Korrekturintervalllängen von SIG 2 und SIG 3 werden günstigerweise in die Nähe der Istperiodendauer gelegt, wie z. B. in der Fig. 2, Zeile 4, dargestellt.

Jetzt werden alle Signal-Averaging-Korrekturrichtungen SAK 1—4 neu initialisiert und gestartet, die Impulsgeber SIG 1—3 dagegen werden nicht mehr umprogrammiert. Nach jeder Periode wird die Istperiodendauer ermittelt und als neue Korrekturintervalllänge in den Impulsgeber SIG 4 eingeschrieben. Nach Vorliegen der ersten korrigierten Signale werden diese vom Multiplexer MUX auf den Ausgang A geschaltet. Ist die Frequenz des periodischen Signalanteils nicht konstant, so sollten die von der zur Ermittlung der Periodendauer des wiederkehrenden Signalanteils genutzten Signal-Averaging-Korrekturrichtungen SAK 1—3 das Eingangssignalgemisch der jeweils aktuellen Korrekturperiode mit einer hohen Wichtung in die Korrektur eingehen lassen, so daß der Einfluß der Frequenzänderung auf die Verschiebung des Synchronzeitpunktes gering gehalten wird. Bei größeren zu erwartenden Frequenzänderungen wird durch eine Doppelanordnung der zur Ermittlung der Periodendauer des wiederholt auftretenden Signalanteils benötigten Signal-Averaging-Korrekturrichtungen SAK 1—3 gemäß Fig. 5 erreicht, daß diese derart wechselseitig zum Zweck des Ausschaltens des Einflusses vergangener Korrekturperioden auf die Summen der normierten Korrektursignale neu initialisiert und gestartet werden, so daß jederzeit eine der den beiden Korrekturanordnungen SAK 1—3 zugeordneten Summieranordnungen SUM_1 —3 der Periodendauerermittlung PDE gültige Werte liefert und somit ebenfalls eine Verringerung des Einflusses von Frequenzänderungen auf die Lage des Synchronzeitpunktes erfolgt.

und die von der Korrektur mit der der Periodendauer des regelmäßig wiederkehrenden Signalanteils entsprechenden Korrekturintervalldauer korrigierten Meßwerte dem Ausgang der Korrektur-einrichtung zugeführt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Längen der Korrekturintervalle von mindestens drei Korrekturen sich voneinander unterscheiden und vorzugsweise in die Nähe der ermittelten Periodendauer des in Intervallen auftretenden Signalanteils gelegt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Durchführung mehrerer von der Dauer der Korrekturintervalle unterschiedliche Korrekturen nach der Signal-Averaging-Technik als auch die Normierung und Speicherung der Korrektursignale und die Summierung und deren Abspeicherung dieser oder von ihnen abgeleiteter Werte nach Ablauf oder während des Korrekturintervalls mehrfach zeitlich verschoben und unabhängig voneinander durchgeführt werden, dabei die Signal-Averaging-Korrekturen jedes der zeitlich zueinander verschoben und unabhängig voneinander durchgeführten Verfahrensschritte derart im Wechsel neu gestartet werden, daß der Ermittlung der Periodendauer des stetig auftretenden Signalanteils aus dem summierten Wert während oder nach jedem Korrekturintervall jederzeit gültige Werte zum Weiterverarbeiten zur Verfügung stehen.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Selbstsynchronisierendes Signal-Averaging-Korrekturverfahren für ein einen periodischen Anteil enthaltendes Signal, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Korrekturen unterschiedlicher Dauer der Korrekturintervalle nach der Signal-Averaging-Technik durchgeführt, die ermittelten Korrektursignale normiert und abgespeichert, diese oder daraus abgeleitete Werte nach Ablauf oder während des jeweiligen Korrekturintervalls summiert und abgespeichert werden, aus diesen summierten Werten nach jedem Korrekturintervall die Periodendauer des wiederholt, in bestimmten Abständen auftretenden Signalanteils ermittelt, diese als Dauer des Korrekturintervalls einer Korrektur für das folgende Korrekturintervall angenommen wird

- Leerseite -

Fig. 1

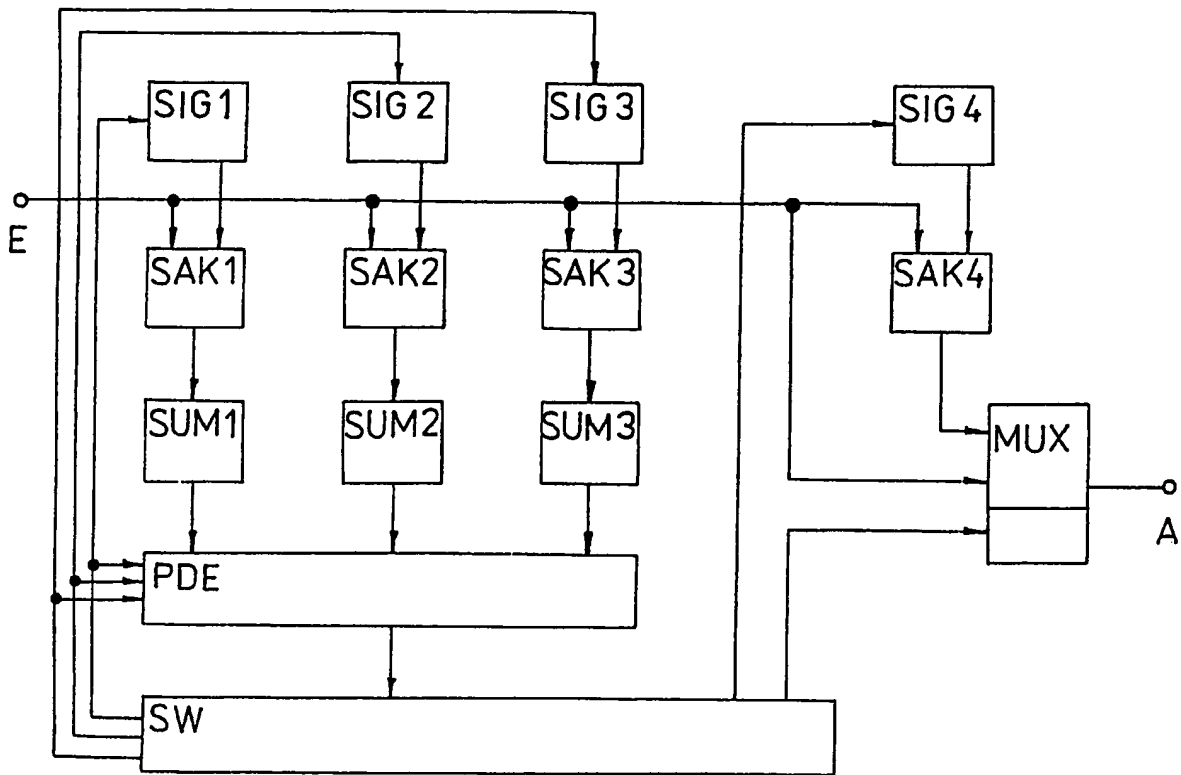


Fig. 2

Periode	T_1 (s)	T_2 (s)	T_3 (s)	Sum 1	Sum 2	Sum 3	$T_{\text{kor}} (s)$	$T_{\text{1st}} (s)$
1	101	103	98	99,955633	99,967182	99,960224	100,0237	100
2	101	103	98	99,388835	99,406422	99,394873	99,9848	100
3	101	103	98	99,938316	99,95859	99,947763	100,0924	100
4	100,0924	100,0914	100,0934	100,73598313	100,73598275	100,73598353	99,9916	100
5	100,0924	100,0914	100,0934	100,30096922	100,30096821	100,30097024	99,9218	100

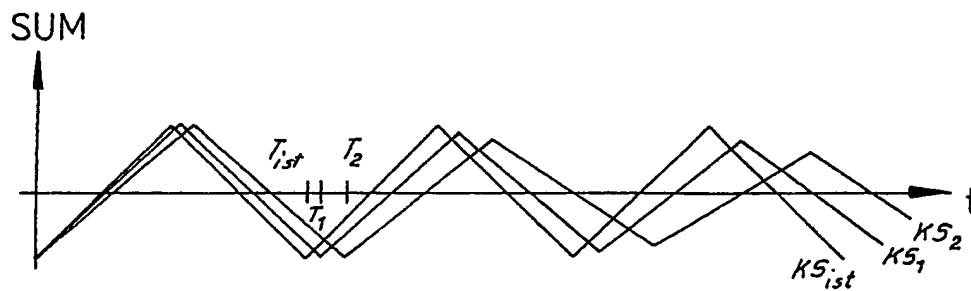
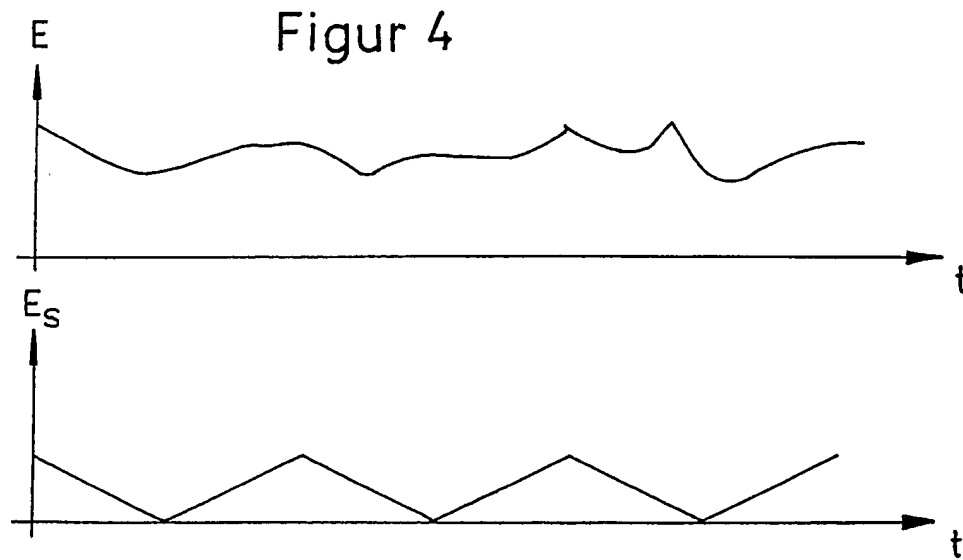
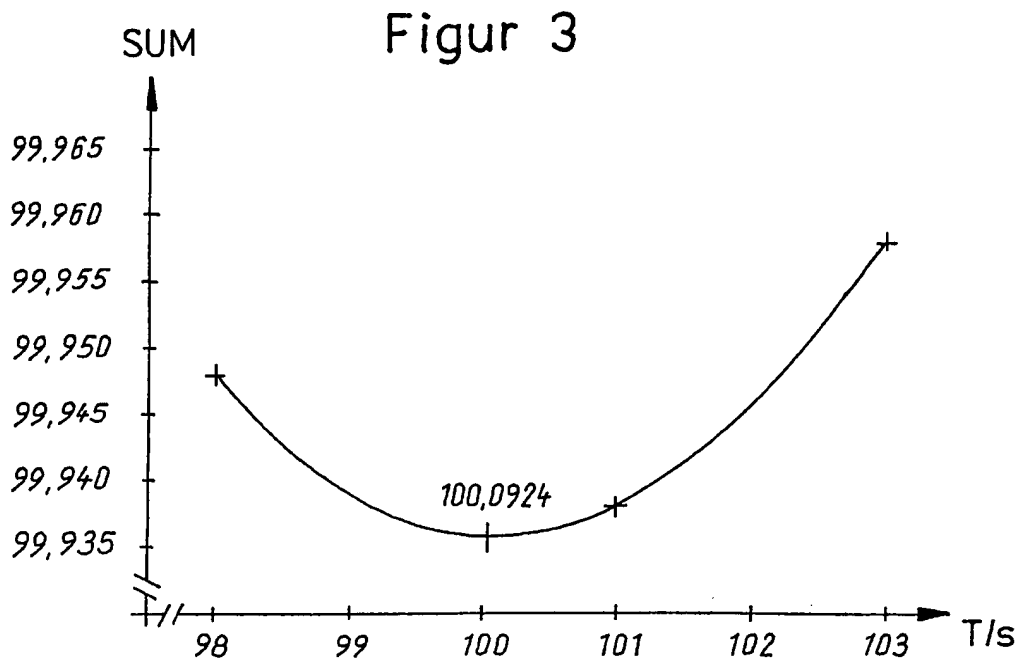


Fig. 5

